

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-267231

(43)Date of publication of application : 15.10.1993

(51)Int.Cl.

H01L 21/302

C23F 4/00

(21)Application number : 04-065745

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 24.03.1992

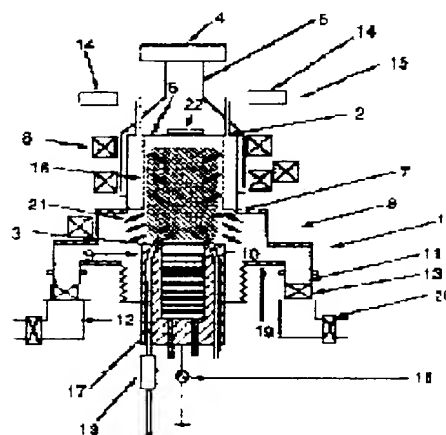
(72)Inventor : KOTO NAOYUKI
TSUJIMOTO KAZUNORI
KUMIHASHI KOSEI
TAJI SHINICHI

(54) SYSTEM FOR DRYETCHING DOPED WITH LOCAL TRACE GAS

(57)Abstract:

PURPOSE: To conduct vertical and high-sensitivity etching and to prevent adverse influences of gas doping such as contamination by enhancing controllability of trace gas doping in etching.

CONSTITUTION: A system provided with a doping gas introduction port 3 at a position within 1/2 of a mean free path from a wafer 10 in addition to an etching gas introduction port 2 and adjusting the time of gas residence in the treatment chamber at 100msec or less. And, this system is used to conduct etching by doping with an etching gas of 500sccm or more and a doping gas of 1/20 or less of the etching gas or 10sccm under a 1-10mTorr gas pressure. This process enables the adsorption quantity of side wall passivation films and etching radicals to be controlled at the level of several-atomic layer, thereby conducting vertical etching.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.08.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-267231

(43) 公開日 平成5年(1993)10月15日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/302	B	7353-4M		
C 2 3 F 4/00	D	8414-4K		
H 0 1 L 21/302	J	7353-4M		

審査請求 未請求 請求項の数16(全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平4-65745	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22) 出願日	平成4年(1992)3月24日	(72) 発明者	小藤 直行 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	辻本 和典 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	組橋 孝生 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(74) 代理人	弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

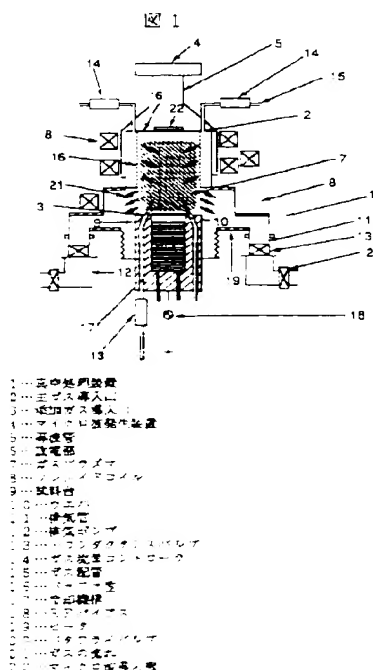
(54) 【発明の名称】 局所微量ガス添加ドライエッチング装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 エッチングにおいて微量ガス添加の制御性を上げ、垂直、高選択エッチングを行なう。同時に、汚染などのガス添加の悪影響をなくす。

【構成】 エッチングガスの導入口2とは別に、添加ガス導入口3をウェハ10から平均自由行程の1/2以内の位置に設け、処理室の内のガス滞在時間を100msec以下にした装置、およびこの装置を用いて、1~10m Torrのガス圧で、エッチングガスを500sccm以上、添加ガスをエッチングガスの1/20以下もしくは10sccmに添加して、エッチングする。

【効果】 側壁保護膜やエッチングレジションの吸着量が数原子層レベルで制御可能となり、垂直性エッチングが行なえる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空処理室、前記真空処理室内に処理ガスを導入する機構、前記処理ガスの流量を調節する機構、前記処理ガスを前記真空処理室外に排気する機構、排気ポンプシステムを可変にする手段、処理される試料を保持する機構、および高周波放電またはマイクロ波放電でプラズマを発生させる機構を有し、前記プラズマにより前記試料を処理するエッチング装置において、駆動排気速度が1300 l/sec以上になるような排気ポンプを用い、主ガスを供給するためのガス導入口を有し、前記ガス導入口から離れた場所に、基板に主ガスの1/20以下に微量が添加ガスを供給することのできるガス導入口を有することを特徴とする局所微量ガス添加ドライエッチング装置。

【請求項2】 請求項1において、前記添加ガスおよび前記添加ガスの全ガスを1.0cm以下にし、前記真空処理室でのガス滞在時間を1.00msec以下にするドライエッチング方法。

【請求項3】 請求項1において、前記添加ガスの導入口的位置および吹き出し角を可変にするドライエッチング装置。

【請求項4】 請求項1において、前記添加ガスの導入口を、前記基板から平均自由行程以内でかつ0.2cm以下の距離で、基板中心から仰角4.5度以下下位置に設けるドライエッチング装置。

【請求項5】 請求項4において、前記添加ガスの導入口を中心軸の向きを基板面に対して仰角0〜9.9度を設定し、前記ガス導入口を前記基板の周辺に沿って少なくとも3個所以上設けるドライエッチング装置。

【請求項6】 請求項1において、前記添加ガスの導入口を、前記基板から平均自由行程以内の距離で、前記基板の中心から仰角4.5度〜6.5度の位置に、少なくとも3個所以上、回転対称状に設けるドライエッチング装置。

【請求項7】 請求項6において、前記添加ガスの導入口を中心軸の向きを、前記基板面に対して角度0〜9.9度の範囲で、前記基板上面での添加ガスの分布が最も均一になる角度に設定するドライエッチング装置。

【請求項8】 請求項1において、前記添加ガスの導入口0.5から1.0scm以下の微量添加ガスを、誤差 ± 1 scm以下の精度で基板に供給するガス添加方法。

【請求項9】 請求項8において、前記添加ガス導入手段が、前記添加ガスをパルス幅500msec以下で「間断的に」供給する機構を備えたドライエッチング装置。

【請求項10】 請求項9において、前記ガス導入口の開口径0.3mm以下のラウンド管及び、その内径0.2mm以下のスリットで構成されており、前記ラウンド管の中心軸が前記ラウンド管の中心軸を通して基板に向いているドライエッチング装置。

【請求項11】 請求項1において、前記添加ガス導入部の排気槽の温度を室温以下にするエッチング装置。

【請求項12】 請求項1において、前記ガス導入口を、前記基板から平均自由行程以内でかつ0.2cm以下の距離で、基板中心から仰角4.5度以下下位置に設けるドライエッチング装置。

【請求項13】 請求項1において、前記ガスに供給される主ガスの圧力が1気圧以上であるドライエッチング装置。

【請求項14】 請求項1において、前記エッチング装置で、前記基板の中心軸に対して、ガス導入口を反対側に、鏡面加工が施された反射板を有し、その反射板の法線が基板の方向を向いているドライエッチング装置。

【請求項15】 請求項1において、前記基板の上面に鏡面加工が施された放射面状の反射板を有し、前記放射面の焦点が前記基板面内にあり、前記基板面に法線が排気口を向いているドライエッチング装置。

【請求項16】 請求項14または15において、前記反射板としてX線用のミラーを用いるドライエッチング装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、半導体素子の微細加工を行なうドライエッチング装置に関して、極微量の添加ガスを、導入量の制御性を高くして基板表面に供給し高精度のドライエッチングを行なう装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 通常のプラズマを用いたエッチングには、S_i表面に吸着したラジカルが熱エネルギーにより活性化してエッチング反応（ラジカル反応）、吸着したラジカルがイオンの照射で活性化され進むエッチング反応（イオンアシスト反応）、イオンが物理的にエッチングす反応（物理アシスト反応）の三つの反応が共存している。この内、ラジカル反応は等方的で、アンダーカットの原因となるため、抑制されなければならない。

【0003】 この抑制方法の一つに、堆積性ガスを添加する方法がある。これには、堆積性のガスを直接添加する方法と、堆積性のガスとエッチング性のガスの化合物をプラズマ中に供給し、間接的に堆積性のガスを添加する方法とがある。

【0004】 前者の例として、ブローディーメンブ、オグ、ラサダジェーム、サードドライプロセス(Proc. of Symp. on Dry Process, p.11428/1985)がある。

【0005】 これは、C₁ガスをC₂H₂F₆を添加して単結晶Siをエッチングしたものである。エッチング側壁では、このC₂H₂F₆による重合膜が堆積し、C₁ラジカルによるアンダーカットから側壁を保護する。一方、底面では、イオンの照射により重合膜が除去され、C₁によるエッチングが進む。添加量の調節で垂直形状が得られることが報告されている。

【0006】 後者の例として、ローマン、マフ、マ

ューム・サブエクス・テクノロジー (Journal of Vacuum Science Technology, p. 701-708, 1987) がある。これは複合ガス C F₄・C₂F₆を用いて n-polysilicon を垂直性エッチングするものである。C F₄・C₂F₆ はプラズマ中で解離してエッチング種 C₂F₃ と堆積性種 C F₃ を生じる。底面では、C₂F₃ 種による S₁ エッチングが進む。他方、側面では、C F₃ による重合膜や C₂F₃・C F₃・C₂F₃ の再結合により、C₂F₃ 種によるアンダーカットから側壁を保護する。

【00007】

【発明が解決しようとする課題】従来のガス添加法では、基板から 1.0cm 以上離れた導入口から添加ガスが供給され、反応室全体に拡がるため、基板上で所望の量のガスを添加するためにはエッチングガスの 1.0% 以上という多量のガスを添加する必要があった。さらに処理容器内容積が 200～300 l で、排気速度が 100～500 l/sec であったため、処理室内滞在時間が 4.00msec～3sec と長く、堆積性ガスが添加された場合、処理室内の内壁やウエハの汚染が生じ易い問題があった。また、エッチングガスの 1/20 以下の微量ガスを制御するためには、ガス導入口と基板表面が離れすぎているため、基板表面でのガスの濃度の高精度の制御が困難であった。本発明は、これを従来ガス添加法の諸問題を解決することを目的とする。

【00008】

【課題を解決するための手段】主ガス導入口 1 と離れた位置に添加ガス導入口 2 を設け、添加量を主ガスの 1/20 以内にした。この添加ガス導入口 2 の構成には下記の 3 通りがある。

【00009】(1) 添加ガスの導入口 2 を、被エッチング試料から平均自由行程の 1/2 以内の距離で、前記試料中心から仰角 4.5 度以下の位置に回転対称状に設け、前記導入口の吹き出し口を前記試料直上の ECR 面に向ける。すなわち、前記導入口が前記試料面に対して 0～90 度の仰角をなすように設定する。

$$\phi = \theta \times \cos(\theta + \alpha)$$

φ は導入口中心軸が基板面と角、θ は基板面と添加方向のなす角度である。

【00010】また、ガス導入口 2, 3 から基板 2, 4 までの間でガス分子の衝突は無視している。以下にモデルに従って計算を行なった。図 3 は 4 inch 基板 2, 4 (φ = 4 inch) から基板面に平行方向 (w = 1 cm, 垂直方向 h = 3 cm) 離れたガス導入口 2, 3 から基板面に対して仰角 20 度で入射させた場合において、基板面へ入射する添加ガス量の分布を計算した結果を示したものである。

$$F = F_{\max} - F_{\min} \quad F_{\max} = F_{\min} = 0 \quad \phi = 0 \quad \theta = 0$$

F_{max}, F_{min} はそれぞれ基板上で添加ガス入射量の最大値及び最小値である。ガス導入口を水平方向 (φ = 0) に向けた場合 φ = 0 である。場合には最も均一な添加が行なわれることになっている。

【00011】(2) 添加ガスの導入口 2 を、被エッチング試料から平均自由行程以内の距離で、前記試料中心から仰角 4.5 度～60 度の位置に回転対称状に設け、前記導入口の吹き出し口が試料面に対して 0～90 度の仰角をなすように設定した。

【00012】(3) 添加ガス導入口 2 を被部径 0.3mm 以下の円孔、スリット及び正方形マス径 0.5mm 以下のマスで構成する。前記マスおよび前記マス中の位置は被エッチング試料から 1.0cm 以上平均自由行程以内の距離に設置し、前記マスから導入されたガス流の中心部が、前記マス中の正方形マスを通り被エッチング試料に入射するように最適化する。望ましくは、添加ガスの基板への入射角を 4.5 度以下にし、添加ガスの反射方向に鏡面加工を施した反射板を設け、その法線が基板に向くように、設定する。さらに、基板の底面に鏡面加工を施した放物面状の反射板を設け、その焦点が基板面内におり、基板面の法線が排気口方向を向いているように設定する。

【00013】また、上記の装置において、実効排気速度を 2000 l/sec 以上、処理室内の容積を 100 l 以下にし、エッチング中の総ガス圧を 1.0mTorr 以下にした。

【00013】

【作用】制御性良くガス添加をする方法には二つの方法が考えられる。一つはガスを基板の数 cm の近傍から添加ガスを導入する方法であり、もう一つは、数 10cm 離れた位置から高方向性の添加ガス流を導入する方法である。

【00014】ここでは、基板近傍から添加ガスを導入する方法について考え方を説明する。基板近傍でガス添加を行なう場合、基板上的でのガスを分布の均一性が問題となる。図 2 にガス添加装置の 1 次元モデルを示す。ここで、導入口 2, 3 からのガスの入射量の角度依存性は次式に従うものとしている。

【00015】

$$\cos^2(\theta)$$

る。基板 2, 4 がごく近くでガスを添加では、導入口 2, 3 を基板 2, 4 に向けると、不均一な添加になってしまうことがわかる。

【00017】図 4 はこの系 (h = 3cm, w = 1cm, φ = 4 inch) においてガス導入口 2, 3 の角度 θ を -90 度～90 度の範囲で変化させた場合、基板 2, 4 上でガスの添加の不均一性が変化を示している。ただし、不均一度は次式で表される。

【00018】

$$F_{\max} = F_{\min} = 0 \quad \phi = 0 \quad \theta = 0$$

【00019】図 5 は、この系 (h = 3cm, w = 1cm, φ = 4 inch) に対してどのように変化するかを示して、その結果から φ = 0 の領域である。基板中心から仰角 4.5 度の

その位置にガス導入口を設ける場合には、ガスが導入口の向きを水平より上方に向けるとき、均一な添加がなされることとなる。一方、 $r=1$ の領域、すなわち、基板中心から仰角45度以上の位置にガス導入口を設ける場合には、添加ガス導入口の向きを水平より下方に向けるときは均一に添加できる。

【0020】図6は、 r が極小となるものにおける平均一変および基板中心での添加ガス入射量と、 $r=r_0/(w+r_0)$ と、 r の関係を示している。平均一変は、 $r=0 \sim 1$ で急激に減少し、 $r=1$ であまり変化しないことがわかる。また、基板中心での添加ガス入射量は、 $r=1$ 程度で極大値をとることがわかる。従って、 $r=1 \sim 2$ の範囲、すなわち、基板中心から仰角45～60度の位置が、添加ガス導入口を設置するときに最も最適な位置であり、添加ガス導入口向きは、 $\theta=0 \sim 90$ 度の方が良いことがわかる。

【0021】容器内ガ圧が1mTorr以上で平均自由行程が5cm以下と短い場合には、基板とガス導入口との距離が平均自由行程より更なるように、 $r=1$ の位置にガス導入口を設け、導入口を水平より上方に向けると、均一な添加をすることができる。さらに、導入口が基板直上のE C R面に向けられることで、添加ガスが効率良くE C R面に供給されるため、添加ガスの解離効率は高く、生成されたラジカルの基板への到達率も大

$$r = V/S$$

ここで、 V は真空処理室の容積、 S は実効排気速度である。従来装置では排気速度が100～500 1/secで真空処理室容積が200～300 1程度であったため、ガスの滞在時間は400msec～3secであった。本発明では、排気速度2500 1/sec、処理室容積100 1以下であるためガスの滞在時間が100msec以下と小さくなった。

【0022】また、供給された添加ガスが効率良く基板に供給されるため、10sccm以下の量の添加ガスを誤差0.1sccm以下の精度で基板に添加することができる。したがって、数原子層のラジカル吸着を制御することも可能である。

【0023】

【実施例】

【実施例1】本発明による局所ガス添加マイクロ波エッチング装置の実施例を図1に示す。真空処理室1にガス導入口2からは主ガスを、ガス導入管3からは添加ガスを導入し、マイクロ波発生器4で2.45GHzの高周波を発生させ、これを導波管5より放電部6に輸送してプラズマを発生させる。高効率放電のために磁場発生用のコイル5aとコイル5bが放電部周りに配置され、電子サイクロトロン共振により高周波エネルギーが吸収される。放電部には試料を収容する、この上に配置されたウェハ7は、ガスプラズマによりエッチングが処理される。処理後のウェハ8、ガスはガス導入口2から、添加

ガス

【0024】容器内ガ圧が1mTorr以下で平均自由行程が5cm以下の場合には、 $r=1 \sim 2$ の範囲でガス導入口を水平より下方に向けその角度を最適化することにより、均一な高効率のガス添加ができる。

【0025】このような、ガス添加の高効率化を図ることにより、エッチング速度が1～20以下の微少量で十分な添加の効果が得られる。一方、排気速度を従来の100～500 1/secから2500 1/sec以上に増やすことで、10mTorr以下で数100sccm程度の大量のエッチングガスを通すことができ、高速かつ高方向性のエッチングができる。さらに、上記の効果により、反応生成物や余分な堆積性ガスが処理室内滞在時間0.100msec以下に短縮されることや、さらに基板対面に放物面状の反射板6を設け、反応生成物を効率良く排気口に輸送することで、ウェハや処理室の汚染を軽減できる。時に、処理室のガス圧力が1mTorrから10mTorrの場合には、添加ガスの平均自由行程が5cm以下になり、添加ガスの基板付近からの発散が抑制され、処理室内の汚染は、さらに減少する。

【0026】ガスの処理室内滞在時間は、次式で表される。

【0027】

$$\tau = V/S$$

ガスは導入口3からそれぞれ、放電部6、真空処理室1を経て排気管11から排気ポンプ12により真空処理室外へ排出される。

【0028】この際、コリダクタンスバルブ13を可変にすることにより、排気速度を変えることができる。エッチングガスはガス流量コントローラ14を通しガス配管15を経てガス導入口2からメッシュサに小孔の開いたバッファ室16を通して放電部6へ導入される。ガス導入口2は2個所以上設け、放電部中心軸に対して対称配置した。添加ガスは、ガス流量コントローラ14を通しガス配管15を経てウェハ10の周囲に備えられたガス導入口3を通して放電部6の底部へ供給される。このとき、ガス導入部の炉気層の温度が室温以下になるように設定した。ガス導入口3はウェハ10の5mm外側に6個所以上設け、ウェハ中心に対して、回転対称配置し、ウェハの中心から5cm真上に向けられて、る。ウェハは0℃以下に冷却する機構17が備えられ、13.56MHzまたは400kHzのRFエネルギー15Wが印加できる。真空処理室にはヒータ18が備えられておる0℃以上に加熱できる。

【0029】排気ポンプには排気速度2000 1/secのターボ分子ポンプを用い、総排気速度4000 1/secとして放電部、真空処理室、排気管およびコリダクタンスバルブの総排気コリダクタンスは4000 1/secとした。この時、実効排気速度は1000 1/sec

setである。また、放電部、真空処理室、排気管の圧降は1.0×10⁻² Torr、真空処理室内の真空滞在時間は前述の式(3)より、5.0 msecである。

【0030】この装置を用いて、シリコン片に用いられるS：単結晶のエッチングを行なった。試料はS：基板を500nmの厚さに酸化し、その上にフッ素レジストマスクを形成し、酸化膜を、フッ素レジストマスクを除去してS：O₂マスクを形成したものである。主ガスにはエッチングガスであるC₁を用い、添加ガスには堆積性のCF₄を用い、主ガス流量500sccm、ガス圧力5mTorr、マイクロ波電力500W、RFバイアスは1MHzで500W、基板温度は室温とし、エッチングをした。磁場強度分布は上から下に向けて小さく、EOR条件を満たす87.5cmの位置はカラムの上で4mmであった。

【0031】添加ガス量を無添加から2%まで変化させた時のアンダーカットと添加ガス量依存性を図7に示す。アンダーカットは、無添加時では0.2μmであったが、添加ガス量の増加とともに減少し、2%では0.02μm以下になった。この時のエッチング速度は、無添加で1000nm/secであり、添加ガスの流量に対してほとんど減少せず、2%の場合でも900nm/sec以上のエッチング速度が維持された。また、処理室内壁面に堆積物は認められなかった。

【0032】2%ガス添加のエッチングにおいて、添加ガス供給口と基板との距離に対する、アンダーカットの変化を図8に示す。添加の効果は、導入口と基板との距離が2cm以下の場合に顕著に表われた。

【0033】本実施例では、主ガスとしてエッチングガスC₁を、添加ガスとして堆積性ガスCF₄を、基板としてS：(100)を用いたが、他の半導体や、金属、絶縁膜をエッチングする場合にも、主ガスとしてC₁以外のエッチングガスを用いた場合にも、添加ガスとしてCF₄以外のカーボンを含む堆積性のガスを用いた場合にも、同様の効果が得られる。

【0034】(実施例2、図1の装置を用いてS：シリコン片に用いられるS：単結晶のエッチングを行なった。試料は実施例1と同様のもので、主ガスとして不活性ガスAr、添加ガスとしてS：のエッチング種C₁をそれぞれ用い、主ガス流量500sccm、ガス圧力0.5mTorr、マイクロ波電力500W、RFバイアス1MHz、500W、基板温度は室温とし、添加ガス流量0.4sccmでエッチングを行なった。この時、アンダーカットは0.02μm以下であった。

【0035】この結果は次のように説明される。C₁ガスを添加ガス導入している4sccmの流量添加した場合、その解離性、高ラジカル密度部分の基板面に吸着し、その吸着量は数原子層になる。この場合、Arガスで照射されたエッチング底面はイオンビームが当たってエッチングが進行した。一方、エッチング側面

では、ラジカル量が少なく、エッチング反応によるラジカル密度がほとんど出ない。

【0036】また、本実施例のエッチングにおいて、添加ガスの供給を、1サイクル1sec中に500msecの添加時間と500msecの非添加時間を有するパルス状にした場合、1原子層のラジカルエッチングが得られる。

【0037】本実施例では基板としてS：、主ガスとしてAr、添加ガスとしてC₁を用いたが、他の半導体や金属、絶縁膜のエッチングでも、また、主ガスとしてAr以外の不活性ガスを用いた場合にも、添加ガスとしてC₁以外のエッチング性のガスを用いた場合にも、同様の効果が得られる。

【0038】(実施例3、図1の装置を用いてS：シリコン片に用いられるS：単結晶のエッチングを行なった。試料は実施例1と同様のもので、主ガスとしてC₁、添加ガスとしてO₂、主ガス流量500sccm、ガス圧力5mTorr、マイクロ波電力500W、RFバイアス2MHz、500W、基板温度は室温とし、添加ガス流量0.8sccmで深さ1μmのトンネル形状のエッチングを行なった。この時のアンダーカットは0.02μm以下、S₁：S₁O₂の選択比は、200以上であった。

【0039】この結果は、次のように説明される。実施例2の場合と同様にしてラジカルが吸着し、数原子層の酸化膜が形成される。エッチング底面では酸化膜がイオン照射により除去されたため、エッチングが進行する。一方、イオンの照射されない側面では酸化膜はC₁ラジカルに対して側壁保護膜として働くため、アンダーカットが抑制される。さらに、O₂添加は、S₁O₂のエッチングを促進するカーボンを反応除去するため、S₁：S₁O₂の選択比が大きくなる。

【0040】本実施例では基板としてS：、主ガスとしてC₁、添加ガスとしてO₂を用いたが、他の半導体や金属をエッチングする場合にも、また、主ガスとしてC₁以外のエッチングガスを用いた場合にも、添加ガスとしてO₂、N₂O等のオキシダントを用いた場合にも、同様の効果が得られる。

【0041】(実施例4、図9は、数cm離れた位置から、高方向性の添加ガスを導入した実施例を示す断面図である。高方向性の添加ガス流はラジカル密度の高いガスの中心部をマスク07でコーティングすることにより形成される。このようなガス導入系では、例えば、マスク06とマスク07間の距離を1cmとし、1気圧程度の圧力でマスク06とマスク07へガスを供給した場合、中心から10度離れた位置におけるガス流量は中心部の1/10以下に減少する。この系を用いて、数cm離れた位置から、添加ガスを基板の1に向けてした場合、平均自由行程が数μmと長く、マスクから基板までの行程でガスの密度が急激に減速する条件では、導入したガスの大部分が基板に供給される。さらに、添加ガ

を45度以下角度で基板1に入射させ、その反射光時に該反射板6を設け、基板1に入射した添加ガスを基板1面に反射させることで、導入ガスを高効率で基板1に添加することとなる。さらに基板1面に上記の改物面2の反射板6を設け、改物面2のガスを改物2の排気口に輸送することで、改物2の処理室の汚染を軽減できる。本装置でも、図1とは異なれば、ガス添加効果が得られた。

【0042】

【発明の効果】本発明によれば、側壁保護膜やエッチング液等の吸着量が数原子層レベルで制御可能となり、垂直性は、十分に良好となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による局所ガス添加マイクロ波プラズマエッチング装置の説明図。

【図2】ガス添加装置の1次元モデルの説明図。

【図3】 $w=1\text{ cm}$, $h=3\text{ cm}$, $l=4\text{ inch}$, $\theta=-27$ 度の場合の基板上面のガス入射量の分布図。

【図4】 $w=1\text{ cm}$, $h=3\text{ cm}$, $l=4\text{ inch}$ の場合の平均一度の仰角6依存性を示す説明図。

【図5】平均一度が極小になる場合の θ およびガス導入

口の基板中心を算出する場合の θ と θ との関係を示す特性図。

【図6】平均一度が極大値となる場合の θ と θ との関係を示す特性図。

【図7】ガス、スプレッドを用いたガス添加装置の特性図。

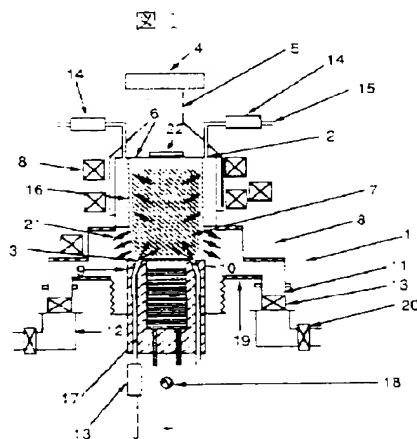
【図8】図1による装置で、添加ガスをCF₄、添加ガスをCF₄として、 θ を0度とした場合のガス添加量とアンターポート量の関係を示す特性図。

【図9】添加ガス導入口と基板との距離と、アンターポート量の関係を示す説明図。

【符号の説明】

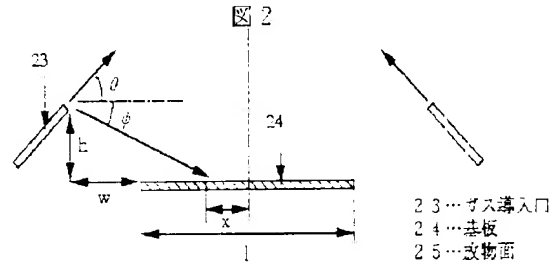
1…真空処理装置、2…主ガス導入口、3…添加ガス導入口、4…マイクロ波発生装置、5…導波管、6…放電部、7…ガスプラズマ、8…シールドロッド、9…試験物、10…チャンバ、11…排気管、12…排気ホース、13…コンダクタンスバルブ、14…ガス流量コントローラ、15…ガス配管、16…バンプ室、17…冷却機構、18…RFバイアス、19…ヒータ、20…バタフライバルブ。

【図1】

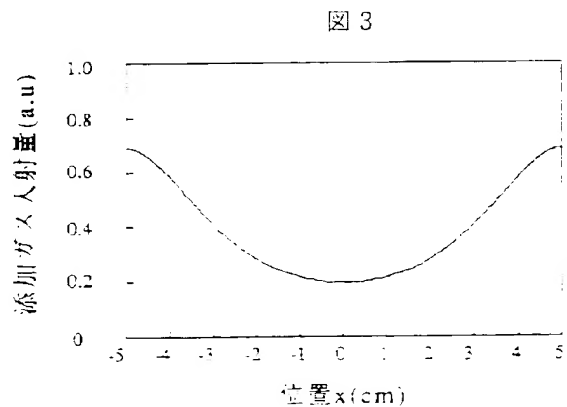


- 1…真空処理装置
- 2…主ガス導入口
- 3…添加ガス導入口
- 4…マイクロ波発生装置
- 5…導波管
- 6…放電部
- 7…ガスプラズマ
- 8…シールドロッド
- 9…試験物
- 10…チャンバ
- 11…排気管
- 12…排気ホース
- 13…コンダクタンスバルブ
- 14…ガス流量コントローラ
- 15…ガス配管
- 16…バンプ室
- 17…冷却機構
- 18…RFバイアス
- 19…ヒータ
- 20…バタフライバルブ

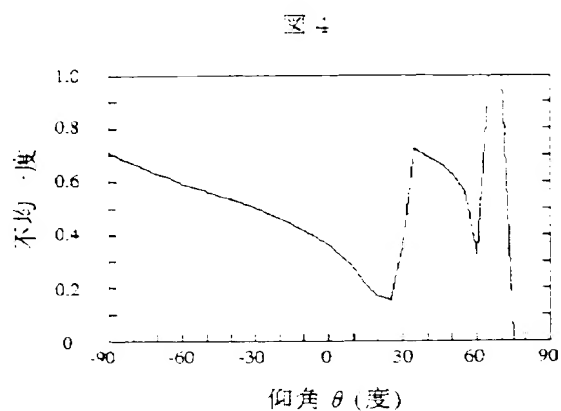
【図2】



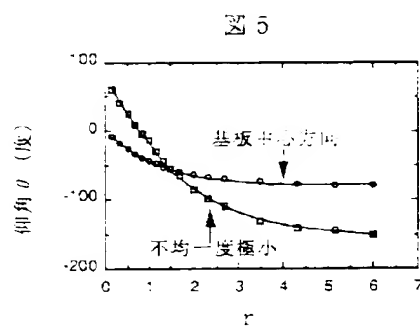
【図3】



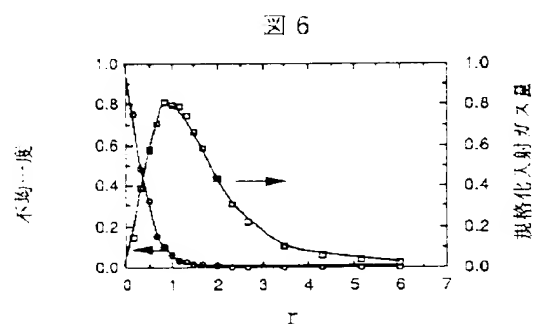
【図4】



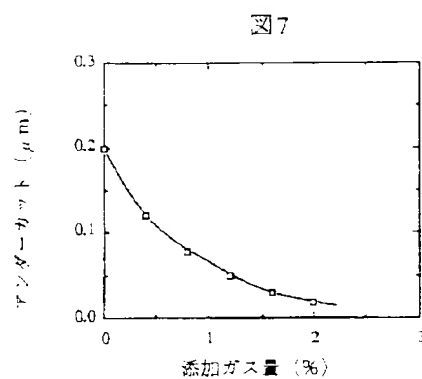
【図5】



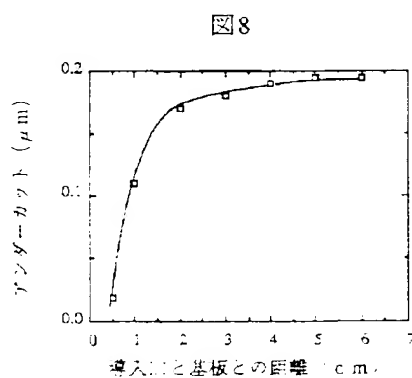
【図6】



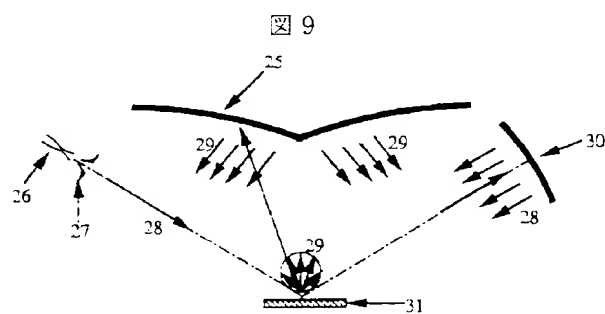
【図7】



【図8】



【図9】



- 26...ラバノズル
- 27...スキマ
- 28...添加ガスの流れ
- 29...反応生成物の流れ
- 30...基板

— 100 —

一、發明者 田代 亨

東亞圖書公司出版 定價：二角五分 香港
東亞圖書公司發行 香港中環皇后大道中